Maupertuis, passeur d'intelligibilité. De la cycloïde à l'ellipsoïde aplati en passant par le "newtonianisme" : années parisiennes.

Irène Passeron

Maupertuis, passeur d'intelligibilité. De la cycloïde à l'ellipsoïde aplati en passant par le "newtonianisme" : années parisiennes.

1. Maupertuis, à l'articulation entre deux mondes.

Maupertuis a probablement hérité de ses débuts militaires en temps de paix le regret des batailles gagnées et des stratégies audacieuses, batailles et stratégies qu'il a déplacées sur le champ du savoir scientifique. Nous avons beaucoup appris dans ce colloque sur les méthodes utilisées par Maupertuis et leur validité, tant aux yeux de l'histoire que des historiens. En effet, si aucun de ses textes ne présente de difficulté de lecture, les lectures que l'on peut avoir de l'ensemble de son œuvre sont multiples.
Elles sont tout d'abord multiples parce que Maupertuis lui-même est multiple : Oliver Bloch, en présentant la journée Maupertuis de 1973[1], disait de lui que "pour n'être pas un homme de premier plan, il est peut-être un homme de première importance dans l'histoire des idées du XVIIIe siècle, à la fois peut-on dire comme homme-pôle, et comme homme-charnière", précisant "homme charnière, par lequel passent quelqu'uns des mouvements d'idées scientifiques et philosophiques fondamentaux de cette période". Je voudrais m'arrêter un instant sur cette idée d'homme de la charnière, par lequel passent, mais peut-être ne s'arrêtent pas, les concepts et les pratiques qui constituent l'identité de la science moderne.

L'interprétation de ce terme par les historiens se décline en au moins trois sens : charnière entre cartésianisme et newtonianisme ; charnière entre deux registres sociaux, le monde des salons et celui de l'Académie ; charnière entre métaphysique et mathématique. Et il faut, pour chacun de ses sens, conjuguer les différents rôle de "passeur" que Maupertuis a endossé : intermédiaire entre deux générations de savants, mais aussi intermédiaire entre différentes cultures et différents discours.

Pour les historiens des sciences, Maupertuis est donc l'homme qui fait, pour les sciences physico-mathématiques, la charnière entre le cartésianisme et le newtonianisme : Delambre[2] disait ainsi que "Maupertuis fut dans l'Académie des Sciences un des premiers qui osa se déclarer pour Newton, comme Bouguer a été le dernier apôtre du cartésianisme". Je reviendrai sur cette double opposition, la première, classique, opposant Newton à Descartes, et, à mon sens, profondément trompeuse quant aux mécanismes académiques et scientifiques à l'œuvre. Le seconde, moins évidente et plus intéressante, oppose la

[1] *Actes de la journée Maupertuis (Créteil, 1er décembre 1973)*, Paris 1975, p. 7
[2] Delambre, Jean-Baptiste, *Histoire de l'astronomie*, Paris 1827, p. 364.

démarche de Maupertuis à celle de Bouguer. Les deux "géomètres"[3], au sens de l'époque, ne se sont pas seulement opposés dans la façon de traiter les mesures géodésiques dans les expéditions au pôle et à l'équateur, mais ils se sont également opposés sur le traitement d'une même question, sur "les différentes loix d'attraction", en 1734. C'est pourquoi j'insisterai ici sur le contenu et le contexte de deux mémoires de Maupertuis, qui ont contribué à sa réputation de savant : " Sur les loix de l'attraction "[4], et
" Sur les figures des corps célestes"[5], mémoires lus à l'Académie avant que le roi ne charge Bouguer, avec La Condamine et Godin, de la mesure d'un degré de méridien à l'équateur, puis ne choisisse Maupertuis comme chef de l'expédition en Laponie.

Parallèlement à ces travaux académiques, Maupertuis est aussi l'homme qui introduit, vulgarise, et diffuse le newtonianisme en France à partir des années 1730. Il est le professeur en newtonianisme élémentaire pour Voltaire, en perfectionnement pour Madame du Châtelet. En tant que tel, homme des salons et académicien, endossant tour à tout les deux habits, mais sachant aussi garder la veste académique dans les "bureaux d'esprit" et un style mondain en Assemblée publique, Maupertuis est l'homme qui joue et fait jouer deux registres sociaux. Cette fonction de "passeur" d'un espace d'intelligibilité à un autre est également ce qui a intéressé Mary Terrall, rendant compte du rôle de la *Vénus physique* dans la réception des théories biologiques et plus généralement des pratiques scientifiques de Maupertuis[6].

---

[3] "Géomètre" est un qualificatif qui peut s'opposer à bien d'autres pratiques, mais nous ne faisons allusion ici qu'à la désignation académique : l'académie est composée de six classes dont les trois mathématiques sont celles de géométrie, d'astronomie et de mécanique.

[4] *Mémoires de l'Académie royale des sciences de Paris pour 1732*, Paris 1735, réimprimé avec quelques variations dans les *Œuvres* de 1756, puis comme conclusion du *Discours sur la différente figure des astres* dans les *Œuvres* de 1768. Ce texte avait été lu pour la première fois devant l'Académie en février 1733. Comme D'Alembert, Maupertuis avait l'habitude de remanier ses textes et de les reprendre dans différents contextes. Ce texte est particulièrement intéressant à suivre dans ses différentes versions. Remarquons ici et pour la suite du texte que les *Mémoires* pour une année donnée sont publiés avec un décalage d'au moins deux ans et que la date de lecture réelle du mémoire devant les académiciens est à chercher dans les procès-verbaux, car si elle a en principe eu lieu l'année datant les *Mémoires*, elle peut être plus tardive et le mémoire avoir bénéficié d'une publication "rapide". C'est pour cette raison, et afin que le lecteur accède facilement à cette information que j'ai, comme beaucoup d'historiens, modifié le titre exact de la série des publications qui est : *Histoire de l'Académie royale des sciences, année... avec les Mémoires de Mathématique & de Physique, pour la même année, tirés des Registres de cette Académie*. Voir Brian, Eric, Demeulenaere Christiane, eds, *Histoire et mémoire de l'Académie des sciences, Guide de recherches*, Paris, 1996.

[5] *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris pour 1734*, Paris 1736, réimprimé dans les *Œuvres* de 1768.

[6] Terrall, Mary, "Salon, Academy, and Boudoir, Generation and Desire in Maupertuis Science of Life", in:*Isis* 1996, 87, p. 217-229 et "Representating the Earth's Shape, The Polemics Surrounding Maupertuis's Expedition to Lapland", in: *Isis* 1992, 83, p. 218-237.

Enfin, Maupertuis apparait rétrospectivement comme le métaphysicien de l'impossible, tentant, non pas de construire, mais au moins de penser une théologie rationnelle qui ne soit pas spinoziste : Au mieux, Maupertuis est le modèle du philosophe "éclectique"[7], à la recherche des principes synthétiques, qui en biologie comme en physique, permettraient de résoudre économiquement, pour Dieu comme pour l'individu, les questions de la philosophie naturelle.

Si cet "éclectisme" de Maupertuis a séduit les biologistes ou les physiciens au point de lui attribuer la paternité de concepts modernes comme l'hérédité ou le principe de moindre action, il a en revanche rebuté les mathématiciens et les philosophes qui ne font pas grand cas de sa contribution à leur histoire, voire le méprisent ouvertement[8]. Si l'on veut dépasser le débat stérile entre Maupertuis (mauvais) mathématicien versus un Maupertuis (précurseur) métaphysicien ou un Maupertuis scientifique (peu rigoureux) versus un Maupertuis mondain (efficace), il importe de comprendre quelles sont les mathématiques qui se sont rencontrées dans son discours, et peut-être à jamais séparées.

2. Maupertuis jeune académicien.

Afin d'expliciter cet "entre-deux" académique auquel mon titre fait allusion, je voudrais isoler les éléments biographiques permettant de repérer l'intrication de deux espaces de raisonnement : celui du raisonnement mathématique structuré par l'apparition d'une physique mathématique organisée autour des développements du calcul intégral à l'Académie des sciences de Paris entre 1730 et 1750, et celui, plus proche d'une définition de l'espace argumentatif de la philosophie naturelle, de l'espace intellectuel dans lequel circule la pensée de Maupertuis :

---

[7] C'est ainsi que le qualifie C. Salomon-Bayet, rapprochant la définition idéale de l'éclectisme donnée par Diderot, du statut épistémologique des écrits théoriques de Maupertuis, tant sur la formation des corps organisés que dans ses essais philosophiques. Diderot, "Eclectisme", *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, t. 5, p. 284a. Salomon-Bayet, Claire, *L'institution de la science et l'expérience du vivant*, Paris 1978, p. 297.

[8] J. Bertrand, académicien scientifique du siècle suivant, rapporte avec complaisance: "On raconte qu'un jour, mollement étendu dans un fauteuil, Maupertuis disait : 'Je voudrais bien avoir à résoudre un beau problème qui ne serait pas difficile'" pour étayer son jugement d'autorité, en un paragraphe : "Esprit agité sans consistance, remuant sans être actif, incapable de contention et d'effort, il a conservé toute sa vie la science incomplète et superficielle qui lui valut ses premiers succès". Bertrand, Joseph, *l'Académie des sciences et les académiciens de 1666 à 1793*, Paris 1869, p. 286-287. Quant aux historiens de la philosophie, leur opinion est en général celle d'E. Brehier voyant dans le "matérialisme" à la Maupertuis "une sorte d'indécision, caractéristique de la pensée de Maupertuis. Bréhier, Emile, *Histoire de la philosophie*, t. II, Paris 1985 (1ère éd. 1930), p. 397.

Maupertuis, assidu du café Procope et élève de Nicole, géomètre estimé de l'Académie des Sciences de Paris, est admis à la Compagnie en 1723, comme adjoint géomètre, par un habile et subtil déplacement tactique : il prend la place de Beaufort, qui devient adjoint mécanicien, suite à l'exclusion d'un Camus, pour raison d'absence[9]. Dès 1725, il est promu associé géomètre puis pensionnaire cinq ans plus tard. Entre temps, il a fait un voyage à Londres, l'année de la parution de l'ouvrage de Pemberton sur Newton[10]. Brunet a justement insisté sur l'importance de ce voyage dans le bagage intellectuel de Maupertuis[11], et l'on ne peut que regretter le souhait testamentaire que celui-ci fit de voir une partie de sa correspondance détruite, nous privant ainsi d'une vue d'ensemble sur sa culture de philosophie naturelle. En effet, si Maupertuis est bien géomètre, de par son titre et sa pratique mathématique, sa production académique est plus diverse : sur le premier tableau comparatif, on voit que Maupertuis a imposé sa marque dans les mémoires académiques, dont la quantité fait concurrence, et ce n'est pas une coïncidence, à ceux de Jacques Cassini. Si l'on regarde de plus près le contenu de ces mémoires, deux caractéristiques se dégagent immédiatement. D'une part leur brièveté, parfois quelques pages suffisent à Maupertuis, d'autre part la corrélation des mémoires mathématiques avec ceux d'autres membres de la classe "mathématique" : un "géomètre", Nicole, un "mécanicien", Clairaut, un "astronome", Bouguer. Si Maupertuis doit une bonne partie de ses qualités d'algébriste à Nicole, il dispute à Bouguer une compétence analytique entre géométrie, astronomie et mécanique comme le montre le second tableau. Cette apparente dispersion entre les trois classes de mathématique est un des signes de la constitution, non seulement d'un traitement "mixte" au sens des "mathématiques mixtes" de l'*Encyclopédie* de questions jusque là purement géométriques, astronomiques ou mécaniques, mais aussi d'une rivalité de compétence entre astronomes et géomètres d'une part, entre mathématiciens et physiciens d'autre part.

3. Newtonianisme et cartésianisme.

C'est précisément parce que cette rivalité s'est joué autour du "newtonianisme" que le terme est porteur d'ambiguïtés sémantiques et propices aux confusions. On peut néanmoins tirer de cet écheveau un fil cohérent qui passe par ce que D'Alembert définit

---

9 Pour bien comprendre la manœuvre, il faut se souvenir que l'Académie était réglée dans ses promotions par une hiérarchie (d'adjoint on devient associé, puis honneur suprême et rémunéré, pensionnaire), et que chacune des six classes (géométrie, astronomie, mécanique, chimie, botanique, anatomie) dispose en principe de deux postes d'adjoints, deux d'associés et trois de pensionnaires. Dans ce circuit fermé, ce sont donc les décès qui permettent les libérations de postes et les promotions, par ricochet. Lorsque la situation est bloquée, le roi peut également décider d'une "mort académique" en faisant passer un membre actif "vétéran", ou, plus brutalement encore, en l'excluant.

10 Pemberton, Henry, *A View of Sir Isaac Newton's Philosophy*, Londres 1728.

11 Brunet, Pierre, *Maupertuis, Etude biographique*, Paris 1929.

vingt ans plus tard comme étant la “Philosophie newtonienne” ou le “Newtonianisme”[12], articles de l'*Encyclopédie* à rapprocher de “Géométrie” et “Physique”. Cette analyse contribue à la description du tournant que Maupertuis a amorcé dans la lecture de Newton en France, mais aussi à marquer la distance entre Maupertuis et la pratique physico-mathématique des géomètres d'après 1740, Euler, Clairaut et D'Alembert.

Après avoir décliné plusieurs sens du mot “newtonianisme”[13], D'Alembert n'en garde qu'un digne d'intérêt, celui “que nous allons considérer”, et qui est indissociable des recherches mathématiques de Newton. La proposition centrale qui articule à la fois la structure de l'article et les renvois tient en une phrase : “Le grand principe sur lequel est fondé toute cette philosophie, c'est la gravitation universelle”. De cette gravitation universelle, support par excellence de spéculations appartenant sans conteste à la “Natural Philosophy”, D'Alembert ne traite que la partie que nous appellerions aujourd'hui “mécanique céleste”, passant sous silence toute considération sur la force ou la matière. Aucune allusion n'est faite à ce sujet et le lecteur ne peut que se tourner vers les deux renvois largement répétés : “Attraction” et “Gravité”[14]. D'Alembert ne fait pas jouer un rôle fondamental à la gravitation parce qu'elle est un principe philosophique, mais parce que les développements mathématiques dont elle est l'objet la place au centre des investigations géométriques les plus fructueuses. Ce faisant, il tente de circonscrire un espace de légitimité que l'article “Physique”[15] illustre avec brio : “un des grands écueils de la Physique est la manie de tout expliquer. Pour montrer combien on doit se défier des explications même les plus plausibles, je supposerai un exemple. Supposons que la neige tombe en été, & la grêle en hiver, & imaginons qu'on entreprenne d'en rendre raison. On dira : la neige tombe en été parce que les particules des vapeurs dont elle est formée n'ont pas le temps de se congeler entierement avant d'arriver à terre (…) au contraire en hiver l'air qui est proche de la terre étant très froid, congele & durcit ces parties (…) Cependant le fait est faux.”

Le newtonianisme de Maupertuis contient en germe le passage obligé par une expression mathématique, mais pas les ambitions qu'affiche D'Alembert dans cette forme déjà cristallisée d'une certaine pratique des principes newtoniens dans un cadre de pure analyse

---

[12] L'article “Newtonianisme ou Philosophie newtonienne” appartiendrait, suivant l'ordre encyclopédique, à la “Physique”, mais tout les écrits de D'Alembert tendent, suivant le point de vue d'où l'on se place, soit à étendre les compétences des mathématiciens jusqu'à la physique, soit à restreindre la “saine physique” à ce qui est mathématisé ou mathématisable.

[13] D'Alembert, Jean Le Rond, “Newtonianisme”, *Encyclopédie*, t. XI, Paris 1765, p. 122b-123b.

[14] L'histoire mouvementée de la publication de l'*Encyclopédie*, interrompue entre 1757 et 1765, et de la participation de D'Alembert, bien plus engagé dans la première période, explique bien sûr que D'Alembert se soit déjà exprimé dans ces articles des tomes I et VI.

[15] D'Alembert, Jean Le Rond, “Physique”, *Encyclopédie*, t. XII, Paris 1765, p. 539a-540a. Cet exemple se trouve déjà dans les *Mélanges de philosophie*, Paris 1759.

différentielle et intégrale. Le fil directeur de cette mise en forme mathématique passe par les mémoires du début du XVIIIème siècle, entre autres ceux de Maupertuis. Comme tout académicien soucieux de faire preuve de son habileté, Maupertuis s'appliquait à résoudre des problèmes de courbes spéciales, dont le modèle idéal reste la cycloïde. Tel était bien le programme fixé par les maîtres à questionner du moment, comme Jean I Bernoulli : "Depuis ce temps là [1644], à peine a-t-on trouvé un mathématicien un tant soit peu distingué qui n'ait éprouvé ses forces sur cette ligne [la cycloïde] en tâchant d'y découvrir quelque nouvelle propriété"[16]. Dans ses premiers travaux, en particulier "Quadrature et rectification des figures formées par le roulement des polygones réguliers"[17], on voit à l'œuvre chez Maupertuis une tentative de généralisation "économique" : unifier, harmoniser, rendre intelligible un ensemble de résultats mathématiques. Ces mémoires prétendent rarement à l'originalité mais se réclament d'une économie de moyens parmi lesquels la formule algébrique tient une place privilégiée : "Avec cette seule formule, M. de Maupertuis expédie tous les problèmes en moins de rien, il n'a qu'à faire des substitutions ou des déterminations"[18].

L'obstacle épistémologique majeur auquel se heurtaient alors les mathématiciens étaient l'intégration, puisque si calcul intégral et calcul différentiel sont symétriques en termes leibniziens, presque aucune équation différentielle n'est intégrable, et si elle l'est, c'est souvent au prix d'astuces qui paraissent décourager l'ordre rationnel et la classification. Il faut donc se ramener à des cas connus et simples, et résoudre ces cas d'une manière ou d'une autre. Ici, la "façon algébrique", en sens artisanal d'un "tour de main algébrique" modèle les directions de généralisation. Ainsi Réaumur part des formules donnant le rayon d'une développée pour généraliser la notion de développée[19], et inversement, Clairaut cherche des formules permettant de traiter le cas de courbes en dimension trois comme généralisation de la dimension deux[20]. On peut aussi généraliser sans pour autant innover : c'est ce que fait Maupertuis en 1727. Il se sert de l' analogie à la limite entre le cercle et les polygones avec pour ambition de comprendre « de quelle manière », « et pourquoi » « l'espace de la cycloïde est triple de celui du cercle qui roule », résultat déjà connu[21], mais que Maupertuis juge nécessaire d'insérer dans un sytème d'intelligibilité plus général :

---

[16] *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris pour 1699*, Paris 1702, p. 190.
[17] *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris pour 1727* , Paris 1729.
[18] *Histoire de l'Académie Royale des Sciences de Paris pour 1731* , Paris 1733, p. 104. La partie "Histoire" des *Mémoires de l'Académie*, offre un résumé ou un commentaire des mémoires de l'année, sous la plume du secrétaire perpétuel, ici Fontenelle. Il fait dans cet extrait allusion aux formules de balistique de l'article de Maupertuis "Balistique arithmétique" qui déclare résumer en une page de volumineux traités.
[19] *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris pour 1709* , Paris 1711, p. 188.
[20] Clairaut, Alexis-Claude, *Recherches sur les courbes à double courbure*, Paris 1731. Le livre avait été présenté pour approbation à l'Académie des Sciences en 1729.
[21] Par exemple, *Histoire de l'Académie Royale des Sciences de Paris pour 1706* , Paris 1708 p. 103 : l'aire entre l'arche de cycloïde et la base est $3\Pi R^2$.

“ c’est ainsi que la quadrature et la rectification de la cycloïde et de l’épicycloïde ne sont que des cas particuliers des théorèmes précédents; ces propriétés naissent dès le premier polygone régulier et n’arrivent au cercle qu’après avoir parcouru pour ainsi dire l’infinité des polygones. ”[22]
Dans le même ordre de motivation, Maupertuis voudrait “délivrer l’astronomie de cette science secondaire [la trigonométrie sphérique] et la faire dépendre immédiatement de l’analyse, dont toutes les sciences mathématiques dépendent”[23]. Euler lui montrera que ce n’est pas, en pratique, si facile à réaliser[24].
On voit donc que pour s’en déclarer newtonien, Maupertuis n’en appartient pas moins à une tradition d’écriture mathématique que l’on peut bien appeler “cartésianisme”.

4. Les lois de l’attraction

Le passage des mémoires géométriques des années 1727-1734 à ceux relatifs à la figure de la Terre ou des astres et aux loix de l’attraction des années 1732-34 peut paraître abrupt si l’on ne lit pas les mémoires écrits au même moment par Bouguer et Clairaut. En 1733, Clairaut passe sans effort de la catégorie “Géométrie” à la catégorie “Astronomie” en rédigeant un mémoire sur la “Détermination géométrique de la perpendiculaire à la méridienne”, qui ne diffère guère quant au contenu, des mémoires précédemment évoqués, puisqu’il s’agit de “trouver les lignes les plus courtes sur toutes sortes de surfaces”. Le mémoire de Bouguer lu en mars 1734 à l’Académie et publié en 1736, “Comparaison des deux loix que la Terre et les autres planètes doivent observer dans la figure que la pesanteur leur fait prendre”[25], dont celui de Maupertuis “Sur les figures des corps célestes”[26] est un écho[27], fournit les éléments, sous une forme encore confuse, de l’articulation entre raisonnement mathématique et interprétation physique.

---

[22] *Mémoires de l’Académie Royale des Sciences de Paris pour 1727*, Paris 1729, p. 287.
[23] Maupertuis, Pierre-Louis Moreau de, *Astronomie nautique*, *Œuvres*, t. iv, 1ère éd. Paris 1743, p. 91
[24] Lettre d’Euler à Maupertuis du 4 juillet 1744, Costabel, Pierre, Winter, Eduard, Grigorijan, Asot T., Juskevic, Adolf P., eds., *Correspondance de Leonhard Euler avec P.-L.M. de Maupertuis et Frédéric II*, Bâle 1986, p. 49-56.
[25] *Mémoires de l’Académie Royale des Sciences de Paris pour 1734* , Paris 1736, p. 21-40, lu le 31 mars 1734, consigné dans les registres manuscrits des procès-verbaux de l’Académie, p. 88-98.
[26] *Mémoires de l’Académie Royale des Sciences de Paris pour 1734* , Paris 1736, p. 55-100, qui correspond au mémoire lu le 28 août 1734, sous le titre “Sur la figure des astres”, consigné dans les registres manuscrits des procès-verbaux de l’Académie, p. 237-259.
[27] Dans son ouvrage, Greenberg, John L., *The Problem of the Earth’s Shape from Newton to Clairaut,* Cambridge 1995, consacre un chapitre, “Harassing Bouguer”, à l’opposition entre Maupertuis et Bouguer, p. 107-114, notant fort justement le décalage entre les deux lectures de Bouguer et de Maupertuis.

Bouguer et Maupertuis tentent (sans y parvenir de façon satisfaisante) de donner l'équation à laquelle la loi de pesanteur doit satisfaire si l'on veut que le principe de Newton de l'équilibre des colonnes et le principe de Huygens de perpendicularité de la surface à la pesanteur, soient satisfaits tous les deux. Clairaut généralisera cette exigence de cohérence en exprimant l'équilibre d'un canal quelconque sous une forme mathématique : si P et Q sont les composantes de l'attraction (suivant l'axe des x et l'axe des y) s'exerçant sur un canal, il faut pour que le fluide du canal soit en équilibre, que l'expression $Pdx + Qdy$ puisse s'exprimer comme la différentielle d'une autre expression, c'est-à-dire qu'on puisse trouver une expression V telle que $Pdx + Qdy = dV$. Cela exclut les forces d'attraction, qui en termes modernes ne dérivent pas d'un potentiel, par exemple (et c'est l'exemple trouvé par Bouguer) des forces qui seraient fonction non seulement de la distance au point attirant mais aussi de l'angle. Une fois amorcée cette transition de l'examen philosophique des diverses lois d'attraction à l'utilisation de ces mêmes lois dans le calcul, la question de la validation des mesures de degrés de méridien se pose autrement.

Cette transformation aboutira au traité de Clairaut sur la figure de la Terre[28]. La théorie de Clairaut relève de l'étiquette "newtonienne", pour bien des raisons, la principale étant que ce traité physico-mathématique contient un traitement de l'expression analytique de l'attraction newtonienne, c'est-à-dire de la résultante des attractions infinitésimales exercées par toutes les parties de la Terre supposée être un ellisoïde de révolution, chacune de ces attractions étant inversement proportionnelles au carré de la distance (loi en $1/r^2$) qui sépare la particule de matière de la Terre du point où l'on calcule la résultante. Ce disant, on pourrait invoquer un courant d'"analyse différentielle" plutôt qu'issu de Newton, mais ce serait négliger que cet ouvrage a servi de caution théorique aux résultats proclamés par Maupertuis au retour de la Laponie, en 1738, résultats proclamant la validité du "newtonianisme". Or, ce qui est troublant, c'est que si l'on regarde en détail l'ouvrage de Clairaut, un des résultats principaux est contradictoire avec les mesures de Laponie. Nous expliquerons un peu plus loin cette contradiction.

Pour l'instant, revenons au 11 mars 1731, lorsque Maupertuis écrit à Jean Bernoulli[29] qu'il n'apprécie pas le mémoire écrit par Mairan en 1720, une explication géométrique de l'allongement de la Terre[30], et ne comprend pas plus Hermann ni Newton, en particulier

---

[28] Clairaut, Alexis-Claude, *Théorie de la figure de la terre, tirée des lois de l'hydrostatique*, Paris 1743.

[29] "Je me suis exercé ces jours passés sur cette matiere et comme je n'ay ete content ny de la maniere dont la traitté M. Hermann ny mesme de celle de M. Newton permettés moy de vous envoyer ce que jay fait sur cela. Je n'entends rien sur la methode que M. Newton a suivie". Bibliothèque de Bâle, L Ia, 662, f.7. La réponse de Bernoulli n'est malheureusement pas connue.

[30] Ce mémoire n'est pas une réfutation du calcul des *Principia*, mais une "justification qualitative d'un accord entre géoïde oblong et diminution de la pesanteur à l'équateur", Costabel, Pierre, "Science positive et forme de la Terre au début du XVIIIème siècle", in:

lorsque ce dernier écrit qu'il "prend ensuite et quitte l'hypothèse d'une pesanteur proportionnelle à la distance au centre". Ce que Maupertuis ne comprend pas encore, c'est que si l'on ajoute (en terme d'intégration) toutes les attractions en $1/r^2$ exercées par les particules de matière d'un ellipsoïde, on obtient une attraction résultante en un point de l'intérieur, qui est proportionnelle à la distance au centre. Avant d'arriver à son moment de gloire newtonienne, le 13 novembre 1737, en prononçant le discours de l'Assemblée publique de l'Académie, Maupertuis devra substituer à la difficile démonstration newtonienne un calcul analytique plus accessible et subtilement lier ses conclusions et ses réflexions sur l'attraction aux recherches de calcul différentiel et intégral plus élaborées qui paraissent au même moment. Les textes de Bouguer, Clairaut[31] et Maupertuis analysent les différentes formulations possibles d'une loi d'attraction, centrale ou pas, proportionnelle à diverses puissances de la distance (en $1/r^n$, l'attraction newtonienne n'est alors "plus que" le cas particulier n=-2), examinant même, pour les rejeter comme ne permettant pas l'équilibre, une loi dépendant de la position angulaire.

Ce qui m'intéresse ici, est que cette analyse des différentes lois d'attraction ne consiste absolument pas à relier telle ou telle formulation aux caractéristiques d'un système du monde, à une explication des liens entre mouvement et matière. A l'opposé d'un traitement de "natural philosophy", ces études donnent la priorité au traitement mathématique et aux contraintes qu'il impose, non à une définition de la matière, mais aux équations, et partant, à la définition de la "physique".

Il est symptomatique que Fontenelle manifeste tout à la fois son incompréhension du contenu mathématique et son admiration : "M. Bouguer exprime algébriquement dans la plus grande généralité possible, & la Pesanteur, & son action, & sa modification. Il y a quelquefois dans ces sortes d'expressions plus que l'art ordinaire". Il est clair qu'il s'agit pour lui d'un espace de raisonnement nouveau, construit sur des "calculs d'algèbre qui auraient conduit à des vues de Physique, où les faits ni les expériences ne conduisaient pas". Seul Maupertuis lui offre l'opportunité de relier ces savantes équations au monde plus familier de la philosophie : "il [Maupertuis] avoit embrassé la matière dans toute son étendue, en appliquant à la question de la figure des planètes toutes les hypothèses sur la pesanteur qui ont été jusqu'à présent reçues par les plus grands Philosophes". Au sein même de l'Académie, Maupertuis jouait parfaitement son rôle de passeur d'intelligibilité et de légitimité.

5. 1736-37 : La terre aplatie, enfin!

Costabel, Pierre, Lacombe, Henri, eds, *La figure de la Terre du XVIIIème siècle à l'ère spatiale*, Paris 1988.

[31] La plus grande partie des calculs contenus dans le traité de Clairaut de 1743 étaient parus dans les *Philosophical Transactions* en 1737 et 1738, la première partie ayant étant été envoyée de Tornéa.

La plus belle intuition de la carrière scientifique de Maupertuis est probablement d'avoir pris l'initiative du voyage en Laponie. Il a non seulement préparé le terrain académique pour que les mesures des astronomes les plus reconnus puissent être remises en cause sans remettre en cause le principe de mesures plus nombreuses, mais il a su laisser partir un de ses concurrents académiques, Bouguer, vers une destinée hasardeuse, prenant le temps de mener à bien son expédition-éclair. Le choix de la Suède était judicieux à plus d'un titre et il n'est pas certain que les académiciens partis mesurer un degré d'arc de méridien à Quito pour le comparer à la mesure du degré de Paris[32], aient su que leur projet allait être intégré à une entreprise plus vaste, dont le fer de lance serait l'expédition de Maupertuis. Un des rares témoignages directs de cette histoire reconstruite est la lettre inédite de Maupertuis à La Condamine envoyée de Thury le 8 septembre 1735 et reçue à Oyamboro le 21 novembre 1736 : "vous serés peut-etre surpris quand vous scaurés qu'on va faire un voyage dans le Nord afin que rien ne manque a la determination de la figure de la Terre". Maupertuis savait ou sentait qu'il n'aurait pas besoin de s'encombrer de la même attention maniaque à la qualité et à la quantité des observations que Bouguer. Certes, l'histoire donnera à l'effet de l'attraction des montagnes le nom d'"anomalie de Bouguer", mais cette petite reconnaissance posthume aura été au prix de la carrière et de la gloire d'avoir confirmé les théories de Newton.

La meilleure preuve que Maupertuis n'avait guère besoin de mesures très précises[33] tient en un constat très simple : la mesure de Laponie comparée à la mesure de Paris permet de conclure que la Terre est aplatie, mais avec un aplatissement contradictoire avec les résultats de la théorie newtonienne de Clairaut! Un résultat qualitativement satisfaisant, mais quantitativement faux, contradiction qui aurait dû, dans l'hypothèse d'une "expérience cruciale" anéantir l'effet de légitimité. En effet, Newton avait démontré au livre III des *Principia,* que dans l'hypothèse d'un Terre constituée d'un fluide homogène, l'aplatissement aurait dû valoir 1/230, ce qu'avaient confirmés les calculs de Mac Laurin et Clairaut[34]. Mais ce que montrait Clairaut à l'aide du calcul différentiel est que si la valeur effective différait de 1/230, elle ne pouvait être que plus petite[35], or l'aplatissement calculé avec la mesure de Laponie est de 1/178, c'est-à-dire plus grand.

---

[32] La première mesure d'un degré d'arc de méridien avait été faite par Picard autour de Paris. Elle valait 57060 toises. Comparée aux mesures faites par les Cassini au nord (56960 toises) et au sud de la France (57097 toises), on pouvait en déduire que la longueur du degré était plus petite au nord qu'au sud et donc que la Terre était allongée. L'idée était d'aller bien plus au sud pour confirmer ou infirmer cette variation.

[33] Au retour de l'expédition, Cassini tentera en vain de remettre en question la qualité des observations en faisant remarquer qu'un geste essentiel avait été omis par ces astronomes insuffisamment aguerris : retourner le secteur afin de compenser l'erreur systématique.

[34] En effet, Newton n'avait guère donné d'indication sur sa méthode de calcul, et ce qu'il avait donné n'était guère généralisable.

[35] Ce qu'elle est, puisque l'aplatissement réel vaut 1/298.

Il est donc clair que l'important n'est pas que les mesures soient invalides[36], mais que leur validité n'a pas l'importance qu'on pourrait leur octroyer en n'écoutant que la reconstruction historique que Maupertuis opère, largement relayée par la suite. Et ceci n'est possible que parce qu'il existe un phénomène de validation plus profond, plus large, porté par la pratique mathématique des "analystes" continentaux.

6. Trouver les principes.

A partir de ce moment là, Maupertuis abandonne la voie mathématique de ses premiers succès, mais non ses ambitions d'intelligibilité. En effet, renonçant à combattre pied à pied avec Bouguer, "l'homme de Mairan", il va développer la notion de "principes intermédiaires" dont la première expression se trouve dans la "loi du repos" de 1740 : "Si les sciences sont fondées sur certains principes simples et claires dès le premier aspect, d'où dépendent toutes les vérités qui en sont l'objet, elles ont encore d'autres principes, moins simples à la vérité, & souvent difficiles à découvrir ; mais qui étant une fois découverts, sont d'une très grande utilité. Ceux-ci sont en quelque façon les loix que la Nature suit dans certaines combinaisons de circonstances, et nous apprennent ce qu'elle fera dans de semblables occasions." Jugeant trop long le chemin entre les principes de vérité nécessaire et la description du Monde, il se propose de rechercher des principes intermédiaires. Contrairement à Euler et D'Alembert, qui dans la même recherche de principes intermédiaires, privilégieront la voie de découverte ouverte par leurs investigations mathématiques, Maupertuis s'éloigne définitivement des domaines, intégration des équations aux dérivées partielles, théorie des fonctions, dans lesquels se construit le raisonnement mathématique, distinct des contraintes métaphysiques. Mais de la même façon que ses réflexions sur l'attraction avaient contribué à ouvrir un nouvel espace de raisonnement physico-mathématique, il continuera de participer à la "déréglementation" de l'espace métaphysique.

Irène Passeron
C.N.R.S., Paris

[36] Après la reprise des mesures de Laponie en 1803, il s'avère que Maupertuis aurait dû trouver 57181 toises au lieu de 57438, soit une erreur de près de 200 toises, de l'ordre de la différence avec la mesure de Paris.